

LL

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-174375

(43)Date of publication of application : 29.06.2001

(51)Int.Cl.

G01N 1/28  
G01N 33/00  
H01L 21/02

(21)Application number : 11-361297

(71)Applicant : TOSHIBA CORP

(22)Date of filing : 20.12.1999

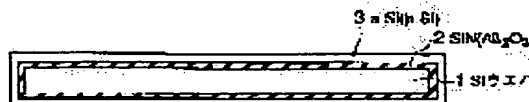
(72)Inventor : KANEKO HISAFUMI  
KAWANOUE TAKASHI  
MATSUDA TETSURO  
NADAHARA SOICHI

(54) WAFER FOR EVALUATION OF METAL CONTAMINATION AND METHOD THEREFOR

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To evaluate a Cu contamination quantitatively without using an expensive measuring device.

SOLUTION: A test wafer with a a-Si film 3 formed on a Si wafer 1 through a SiN film 2 is used for the evaluation. The Cu contamination is quantitatively evaluated by a degree of surface roughness of the a-Si film 3 of the test wafer.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-174375

(P2001-174375A)

(43) 公開日 平成13年6月29日 (2001.6.29)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テマコード (参考)
G 0 1 N 1/28		G 0 1 N 33/00	A
	33/00	H 0 1 L 21/02	B
H 0 1 L 21/02		G 0 1 N 1/28	N

審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全 4 頁)

(21) 出願番号 特願平11-361297

(22) 出願日 平成11年12月20日 (1999.12.20)

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72) 発明者 金子 尚史

神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株

式会社東芝横浜事業所内

(72) 発明者 川ノ上 孝

神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株

式会社東芝横浜事業所内

(74) 代理人 100058479

弁理士 鈴江 武彦 (外6名)

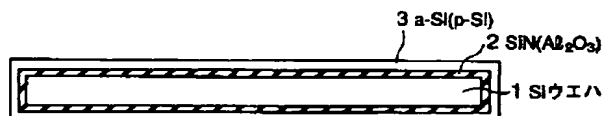
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 金属汚染評価用ウェハおよび金属汚染評価方法

(57) 【要約】

【課題】 高価な測定装置を用いずに、定量性良く Cu 汚染を評価すること。

【解決手段】 Si ウェハ 1 上に Si N 膜 2 を介して a-Si 膜 3 が形成されてなるテストウェハを用いる。このテストウェハの a-Si 膜 3 の表面の荒れ具合から Cu 汚染を定量的に評価する。



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項1】 ウェハと、

このウェハの表面に形成された金属溜め膜とを具備してなることを特徴とする金属汚染評価用ウェハ。

【請求項2】 前記金属溜め膜は、前記ウェハの表面および裏面に形成されていることを特徴とする請求項1に記載の金属汚染評価用ウェハ。

【請求項3】 前記金属溜め膜は、アモルファスシリコン膜またはポリシリコン膜であることを特徴とする請求項1に記載の金属汚染評価用ウェハ。

【請求項4】 前記金属溜め膜の厚さは10nm以下であることを特徴とする請求項1に記載の金属汚染評価用ウェハ。

【請求項5】 前記金属溜め膜と前記ウェハとの間に、前記金属溜め膜中に溜まった金属が前記ウェハ中に拡散することを防止するバリア膜が形成されていることを特徴とする請求項1に記載の金属汚染評価用ウェハ。

【請求項6】 前記バリア膜は、シリコン窒化膜または酸化アルミニウム膜であることを特徴とする請求項4に記載の金属汚染評価用ウェハ。

【請求項7】 請求項1ないし請求項6のいずれか1項に記載の金属汚染評価用ウェハを金属汚染を評価する領域内に設け、所定の処理の終了後に前記金属汚染評価用ウェハの物理的または電気的特性を測定し、この測定結果に基づいて前記領域内の金属汚染を評価することを特徴とする金属汚染評価方法。

【請求項8】 前記所定の処理の終了後に、前記金属汚染評価用ウェハに熱処理を施してから前記金属汚染評価用ウェハの物理的または電気的特性を測定することを特徴とする請求項7に記載の金属汚染評価方法。

【請求項9】 前記熱処理は、200℃以上、10分以上の熱処理であることを特徴とする請求項7に記載の金属汚染評価方法。

【請求項10】 前記金属汚染を評価する領域はプロセスチャンバ、前記所定の処理はCu配線プロセスであることを特徴とする請求項7に記載の金属汚染評価方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、Cu等の金属汚染を評価するために用いる金属汚染評価用ウェハおよび金属汚染評価方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 近年、半導体デバイスにおいては高速の処理速度が必要であるために、いわゆるRC遅延時間を低減すること、つまり配線間の容量および配線抵抗を低減することが必要になっている。

【0003】 配線抵抗を低減する手段として、金属配線として銅(Cu)配線を使用することが採用されている。Cu配線を使用するためには、Cuの拡散を防止する必要になる。

【0004】 その理由の1つとして、CuがSi-MOSに対するライフタイムキラーであり、Cu配線形成プロセス中にSi基板または層間絶縁膜を通してCuがチャネルまたはコンタクト領域に拡散すると、しきい値電圧が変動したり、ジャンクションリーク電流が増大するという問題があげられる。

【0005】 CuによるSiウェハの汚染は、Cu成膜工程、Cu-CMP工程、層間絶縁膜のエッチング工程、熱処理工程というCu配線プロセスの随所で発生する可能性がある。このようなCu配線プロセスとしては、代表的にはCuダマシンプロセスがあげられる。

【0006】 このようなウェハ汚染は、処理ウェハに止まるものであるならば問題は小さいが、プロセスチャンバ内部またはCR環境を介して引き続く処理ウェハに汚染が拡大することが最大の問題である。

【0007】 そのために、テストウェハをCuを搭載したウェハの処理前後に同等の処理を行い、上記テストウェハのCu汚染の有無をその都度確認して、Cu汚染の拡大を阻止する必要がある。

【0008】 Cu汚染の評価方法としては、Siウェハのキャリアライフタイム測定やゲート酸化膜中の余剰荷電測定などが実用化されている。しかしながら、従来のCu汚染の評価方法を実施するためには、高価な測定装置が必要となるという問題があった。さらに、測定結果がCuの基板内の分布状態に影響を受けるため、定量性の点でも問題があった。

## 【0009】

【発明が解決しようとする課題】 上述の如く、従来のCu汚染の評価方法としては、Siウェハのキャリアライフタイム測定やゲート酸化膜中の余剰荷電測定などが実用化されていたが、高価な測定装置を必要としたり、定量性の点で問題があった。

【0010】 本発明は、上記事情を考慮してなされたもので、その目的とするところは、高価な測定装置を用いずに、定量性良く金属汚染を評価するために有効な金属汚染評価用ウェハおよび金属汚染評価方法を提供することにある。

## 【0011】

【課題を解決するための手段】 本願において開示される発明のうち代表的なものの概要を簡単に説明すれば、下記の通りである。すなわち、上記目的を達成するために、本発明に係る金属汚染評価用ウェハは、ウェハと、このウェハの表面に形成された金属溜め膜とを備えている。

【0012】 また、本発明に係る金属汚染評価方法は、本発明に係る金属汚染評価用ウェハを金属汚染を評価する領域内に設け、所定の処理の終了後に前記金属汚染評価用ウェハの物理的または電気的特性を測定し、この測定結果に基づいて前記領域内の金属汚染を評価することを特徴とする。

【0013】本発明では、金属汚染評価用ウェハの金属溜め膜の物理的または電気的特性の測定結果、すなわち金属のウェハ内の分布状態に影響を受けない測定結果に基づいて金属汚染の評価を行うので、定量性の点では問題はない。また、上記金属溜め膜の物理的または電気的特性の測定は高価な測定装置を用いずに行える。

【0014】したがって、本発明によれば、高価な測定装置を用いず、定量性良く金属汚染を評価するために有効な金属汚染評価用ウェハおよび金属汚染評価方法を提供できるようになる。

【0015】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照しながら本発明の実施の形態（以下、実施形態という）を説明する。

【0016】図1は、本発明の一実施形態に係るCu汚染評価用ウェハ（以下、テストウェハという）を示す断面図である。

【0017】これを製造工程に従って説明すると、まず、Siウェハ1の表面および裏面を覆うように厚さ100nmのSiN膜2を形成する。図には、Siウェハ1の表面および裏面を覆う工程で、Siウェハ1の他の領域も覆われた場合を示している。なお、SiN膜2の裏面には必ずしもSiN膜2で覆う必要はない。また、SiN膜2を形成する代わりに厚さ100nmのAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>膜をスパッタリング法またはCVD法で形成しても良い。

【0018】SiN膜2またはAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>膜はバリア膜として用いられ、後で形成するアモルファスシリコン（a-Si）膜またはポリシリコン（p-Si）膜中をCuが拡散し、突き抜けてSiウェハ1中に拡散することを防ぐことが目的である。したがって、SiN膜2またはAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>膜はバリア性が確保される十分な厚さが必要である。

【0019】次にSiN膜2上にa-Si膜3を形成する。a-Si膜3はBまたはAs等のドーパントを含んでも良いし、あるいは含んでいなくても良い。a-Si膜3の代わりにp-Si膜を形成しても良い。この場合も、ドーパントを含んでも、含んでいなくても良い。重要なのはa-Si膜3またはp-Si膜の膜厚であり、膜厚が薄いほどCuに対する感度が向上する。実用的に1nmから10nmの膜厚を選ぶことが望ましい。

【0020】この薄いa-Si膜3とSiN膜2との積層構造により、汚染としてウェハ表面に吸着または堆積

a-Si(膜厚:2nm)

Cu汚染度 (個/cm <sup>2</sup> )	パーティクル数 (熱処理前)	パーティクル数 (熱処理後)
Cu汚染し	12	15
1×10 <sup>10</sup>	14	62
5×10 <sup>10</sup>	18	298
1×10 <sup>11</sup>	11	680

【0027】

するCuを効果的にa-Si膜3に溜め込むことができ、a-Si膜3中のCu濃度を高くすることができる。もしも、a-Si膜3の下にSiN膜2が無ければ、CuがSiウェハ1中に拡散して、実質的にa-Si膜3中のCu濃度を高くすることは困難となる。

【0021】室温におけるCuのSi中の固溶限はゼロなので、a-Si膜3中に捕獲されたCuは、CuSi<sub>x</sub>（Cuシリサイド）となって析出する。Cuシリサイドを析出させるためには、ウェハ表面に吸着または堆積したCuをa-Si膜3中に拡散させる必要があり、そのためには200℃、10分以上の熱処理が必要となる。この熱処理の後、できる限りゆっくりと冷却させることにより、Cuシリサイドの成長を助長させることができる。

【0022】このようなCuシリサイドの成長により、非常に平滑であったa-Si膜3の表面が粗面化する。この表面の荒れ具合を、パーティクルカウンター、欠陥検査装置、STMまたはAFMにて測定することによって（物理的特性を測定することによって）、Cuの汚染濃度を定量化することができる。あるいはシート抵抗の変化を測定することによっても（電気的特性を測定することによっても）、Cuの汚染濃度を定量化することができる。

【0023】パーティクルカウンター等の計測装置は高価な装置でなく、またa-Si膜3の表面の荒れ具合はCuのウェハ内の分布状態の影響を受けない。したがって、本実施形態によれば、高価な装置を用いず、定量性良くCu汚染を評価できるようになる。

【0024】以下に、図1に示したテストウェハを用いたCu汚染評価の例について詳述する。ここでは、a-Si膜3の膜厚dが異なる2種類（d=2nm、20nm）のテストウェハを用いた。SiN膜の膜厚は共に同じ100nmとした。これらのテストウェハ表面を1×10<sup>10</sup>/cm<sup>2</sup>、5×10<sup>10</sup>/cm<sup>2</sup>、1×10<sup>11</sup>/cm<sup>2</sup>汚染させ、次にこれらの汚染されたテストウェハを真空中で200℃、30分の熱処理を施した後、約10℃/分の降温速度で冷却した。

【0025】表1および表2に熱処理前後のa-Si膜3（膜厚：2nm、20nm）の表面のパーティクルをカウンターにて測定した結果を示す。

【0026】

【表1】

50 【表2】

a-Si(膜厚: 20nm)

Cu汚染度 (個/cm <sup>2</sup> )	パーティクル数 (熱処理前)	パーティクル数 (熱処理後)
Cu汚染し	11	14
1×10 <sup>10</sup>	13	16
5×10 <sup>10</sup>	17	14
1×10 <sup>11</sup>	11	53

【0028】表1および表2に示すように、a-Si膜3の膜厚を薄くすることにより、Cu汚染に対する感度が向上し、かつパーティクルの個数はほぼCuの汚染濃度に比例することが分かった。すなわち、a-Si膜3の膜厚を薄くすることにより、パーティクルの個数からCuの汚染濃度を定量化できることが確認された。

【0029】以上述べたテストウェハおよび計測装置を用いたCu汚染評価方法を、Cu配線プロセスが行われるプロセスチャンバに適用すれば、安価で簡便かつ高精度の実用的なCu汚染のモニターを実現できるようになる。

【0030】なお、本発明は、上記実施形態に限定されるものではない。例えば、上記実施形態では、Cu汚染の場合について説明したが、本発明は他の金属汚染に対して適用可能である。また、ウェハは通常のSiウェハでもSOIウェハでも良く、さらにSiGeウェハ等の他の半導体ウェハでも良い。その他、本発明の要旨を逸

脱しない範囲で、種々変形して実施できる。

#### 【0031】

【発明の効果】以上詳説したように本発明によれば、金属溜め膜を有する金属汚染評価用ウェハを用い、金属溜め膜の物理的または電気的特性の測定結果に基づいて金属汚染の評価を行うことで、高価な測定装置を用いずに、定量性良く金属汚染を評価するために有効な金属汚染評価用ウェハおよび金属汚染評価方法を実現できるようになる。

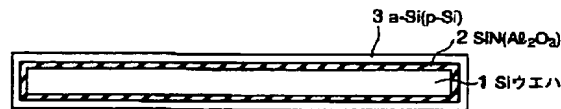
#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態に係るCu汚染評価用ウェハを示す断面図

#### 【符号の説明】

- 1…Siウェハ
- 2…SiN膜 (バリア膜)
- 3…a-Si膜 (金属溜め膜)

【図1】



フロントページの続き

(72)発明者 松田 哲朗  
神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株式会社東芝横浜事業所内

(72)発明者 灘原 壮一  
神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株式会社東芝横浜事業所内